

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-238037
(P2003-238037A)

(43) 公開日 平成15年8月27日 (2003.8.27)

(51) Int.Cl.⁷

B 6 6 B 1/30

識別記号

F I

B 6 6 B 1/30

テマコード* (参考)

B 3 F 0 0 2

H

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2002-60752(P2002-60752)
(22) 出願日 平成14年3月6日 (2002.3.6)
(31) 優先権主張番号 特願2001-375697(P2001-375697)
(32) 優先日 平成13年12月10日 (2001.12.10)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(72) 発明者 酒井 雅也
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内
(72) 発明者 上田 隆美
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内
(74) 代理人 100057874
弁理士 曾我 道照 (外6名)

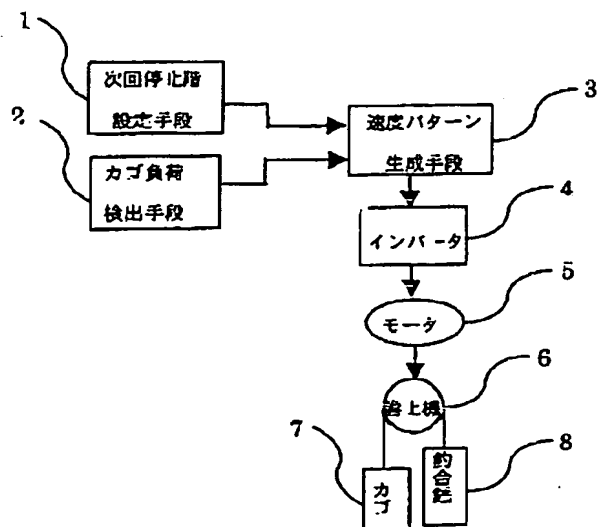
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エレベータの制御装置

(57) 【要約】

【課題】 負荷と移動距離に応じて、最高速度や加速度を変更し、運転時間を短縮し、乗客の移動時間を短縮してカゴの運行効率を上げることができるエレベータの制御装置を得る。

【解決手段】 インバータ4で給電されるモータ5により、乗客カゴ7にロープを介して連結された釣合錘8を有する巻上機6を駆動するエレベータにおいて、乗客カゴ7の重量をカゴ負荷として計測するカゴ負荷検出手段2と、次回停止階を設定する次回停止階設定手段1と、カゴ負荷検出手段2によって得られるカゴ負荷と次回停止階設定手段1によって設定される次回停止階とに基づいてモータ5の許容される駆動範囲内でかつ最短時間で次回停止階に乗客カゴ7が到達するカゴ速度パターンを生成するカゴ速度パターン生成手段3とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 インバータで給電されるモータにより、乗客カゴにロープを介して連結された釣合錘を有する巻上機を駆動するエレベータにおいて、上記乗客カゴの重量をカゴ負荷として計測するカゴ負荷検出手段と、

次回停止階を設定する次回停止階設定手段と、上記カゴ負荷検出手段によって得られるカゴ負荷と上記次回停止階設定手段によって設定される次回停止階とに基づいて上記モータの許容されうる駆動範囲内でかつ最短時間で次回停止階に上記乗客カゴが到達するカゴ速度パターンを生成するカゴ速度パターン生成手段とを備えたことを特徴とするエレベータの制御装置。

【請求項2】 インバータで給電されるモータにより、乗客カゴにロープを介して連結された釣合錘を有する巻上機を駆動するエレベータにおいて、上記乗客カゴの重量をカゴ負荷として計測するカゴ負荷検出手段と、

次回停止階を設定する次回停止階設定手段と、上記インバータを構成する構成要素の温度を計測する構成要素温度検出手段と、

上記構成要素の温度上昇限界値を設定する限界温度設定手段と、

上記構成要素温度検出手段から得られる構成要素温度と上記限界温度設定手段で設定された温度上昇限界値とに基づいて温度上昇限界許容値を演算する温度上昇許容値演算手段と、

上記構成要素の温度上昇限界許容値と上記カゴ負荷と上記次回停止階とに基づいて上記モータの許容されうる駆動範囲内でかつ上記構成要素の予想される温度上昇量が温度上昇限界許容値以内に最短時間で上記乗客カゴが次回停止階に到達するカゴ速度パターンを生成するカゴ速度パターン生成手段とを備えたことを特徴とするエレベータの制御装置。

【請求項3】 上記速度パターン生成手段は、カゴ速度パターンを生成する際に、カゴ最高速度、カゴ加速度、カゴ加速度の変化率の上限を定めることを特徴とする請求項1または2記載のエレベータの制御装置。

【請求項4】 上記カゴ速度パターン生成手段は、上記モータに与えられるカゴ速度駆動指令に関連したモータトルク波形を上記構成要素に流れる電流値に換算し、その電流値波形が上記温度上昇限界許容値の関数によって制約される条件に基づいてカゴ速度パターンを生成することを特徴とする請求項2または3記載のエレベータの制御装置。

【請求項5】 上記次回停止階設定手段は、上記カゴ速度パターンを生成するための次回停止階をエレベータの起動回数とカゴ出発階から次に停止する停止決定階までの移動距離の統計量から求めたカゴの平均停止階とすることを特徴とする請求項1または2記載のエレベータ制御

装置。

【請求項6】 上記次回停止階設定手段は、上記カゴの平均停止階を各出発階床における、停止決定階への移動時間の期待値が最小となる停止階として設定することを特徴とする請求項5記載のエレベータの制御装置。

【請求項7】 上記次回停止階設定手段は、上記カゴの平均停止階を乗客需要の異なる時間帯毎の停止決定階の統計量に基づいて設定することを特徴とする請求項5または6記載のエレベータの制御装置。

【請求項8】 上記カゴ速度パターン生成手段は、上記次回停止階と上記カゴの平均停止階を比較してカゴ速度パターンを生成することを特徴とする請求項5〜7のいずれかに記載のエレベータの制御装置。

【請求項9】 上記カゴ速度パターン生成手段は、カゴが停止可能な停止可能階と上記カゴの平均停止階を比較してカゴ速度パターンを生成することを特徴とする請求項5〜8のいずれかに記載のエレベータの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、負荷に応じて昇降機等のモータに与える速度パターン等を変更して、加速度や最高速度を調整するエレベータの制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来のエレベータの制御装置に関する技術について、図15を参照しながら説明する。図15は、従来のエレベータの制御装置の出力周波数（速度：以下周波数は速度と同じ意味）とトルクの関係を示す図である。図15において、 f_0 は基底周波数（定格速度）、 T_{max} は最大出力トルク値、 T_x は第1の負荷にて必要なトルク値、 T_y は第2の負荷（＜第1の負荷）にて必要なトルク値、 f_x は第1の負荷にて出力できる最大出力周波数、 f_y は第2の負荷にて出力できる最大出力周波数をそれぞれ示す。

【0003】基底周波数 f_0 以上の周波数域では、例えば第1の負荷（必要トルク T_x ）に対する最大出力周波数は、周波数 f_x より高い周波数帯で得られるトルクが第1の負荷に必要なトルク T_x より小さくなるため、周波数 f_x 以下となる。また、第2の負荷（必要トルク T_y ）に対する最大出力周波数は、周波数 f_y より高い周波数帯で得られるトルクが第2の負荷に必要なトルク T_y より小さくなるため、周波数 f_y 以下となる。

【0004】以上により、大小各種の負荷に対して十分なトルクを得るためには、最大負荷に対するトルクを得ることができる出力周波数以下の周波数に運転周波数を設定しモータを回転させていた。

【0005】上述したような制御装置では、負荷が小さい場合は最大出力周波数を高く設定できるが、負荷が大きい場合には最大出力周波数を低く設定しないと十分なトルクが得られず昇降機等では上昇できないといった問

題があるため、最大出力周波数を負荷が最大の場合にて十分なトルクが得られる周波数に設定し運転する必要がある。

【0006】つまり、図15に示す例では、最大出力周波数を f_x に設定し、負荷が小さい場合でも最大出力周波数が f_x であった。このため、負荷が小さい場合には最大出力周波数が低い場合加速に時間がかかり、運転時間が短縮できず効率が悪いという問題点がある。

【0007】この問題点については、特開平3-56308号公報においては、定格周波数以上の周波数を電圧、電流から電力値を求め、定格周波数での電力値と比較し速度設定値を可変速装置に出力している。

【0008】また、特開平8-107699公報における制御装置では、直流電力を可変周波数、可変電圧の交流電力に変換するインバータ部を有する可変速装置において、インバータ部の入力側の直流母線電圧を検出する電圧検出回路と、インバータ部の出力側の各相の電流を検出する電流検出回路と、検出した直流母線電圧および検出した各相の電流を用いてインバータ部に接続された負荷の大小を自動判別し、最大出力周波数を決定して出力する制御回路とを備えている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来の制御装置では、運転時間を短縮するため、負荷に応じて最高速度を変更するものであった。しかしながら、最高速度を上げただけで運転時間が短縮するとは限らず、移動距離が短ければ、最高速度より加速度を上げた場合の方が、運転時間が短くなると考えられる。このため、負荷に応じて最高速度を変更するだけでは、移動距離によって運転時間が長くなるという問題点があった。

【0010】この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであり、負荷と移動距離に応じて、最高速度や加速度を変更し、運転時間を短縮することができるエレベータの制御装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】この発明のエレベータ制御装置は、インバータで給電されるモータにより、乗客カゴにロープを介して連結された釣合錘を有する巻上機を駆動するエレベータにおいて、上記乗客カゴの重量をカゴ負荷として計測するカゴ負荷検出手段と、次回停止階を設定する次回停止階設定手段と、上記カゴ負荷検出手段によって得られるカゴ負荷と上記次回停止階設定手段によって設定される次回停止階とに基づいて上記モータの許容される駆動範囲内でかつ最短時間で次回停止階に上記乗客カゴが到達するカゴ速度パターンを生成するカゴ速度パターン生成手段とを備えたものである。

【0012】また、この発明のエレベータ制御装置は、インバータで給電されるモータにより、乗客カゴにロープを介して連結された釣合錘を有する巻上機を駆動する

エレベータにおいて、上記乗客カゴの重量をカゴ負荷として計測するカゴ負荷検出手段と、次回停止階を設定する次回停止階設定手段と、上記インバータを構成する構成要素の温度を計測する構成要素温度検出手段と、上記構成要素の温度上昇限界値を設定する限界温度設定手段と、上記構成要素温度検出手段から得られる構成要素温度と上記限界温度設定手段で設定された温度上昇限界値とに基づいて温度上昇限界許容値を演算する温度上昇許容値演算手段と、上記構成要素の温度上昇限界許容値と上記カゴ負荷と上記次回停止階とに基づいて上記モータの許容される駆動範囲内でかつ上記構成要素の予想される温度上昇量が温度上昇限界許容値以内に最短時間で上記乗客カゴが次回停止階に到達するカゴ速度パターンを生成するカゴ速度パターン生成手段とを備えたものである。

【0013】また、上記速度パターン生成手段は、カゴ速度パターンを生成する際に、カゴ最高速度、カゴ加速度、カゴ加速度の変化率の上限を定めるものである。

【0014】また、上記カゴ速度パターン生成手段は、上記モータに与えられるカゴ速度駆動指令に関連したモータトルク波形を上記構成要素に流れる電流値に換算し、その電流値波形が上記温度上昇限界許容値の関数によって制約される条件に基づいてカゴ速度パターンを生成するものである。

【0015】また、上記次回停止階設定手段は、上記カゴ速度パターンを生成するための次回停止階をエレベータの起動回数とカゴ出発階から次に停止する停止決定階までの移動距離の統計量から求めたカゴの平均停止階とするものである。

【0016】また、上記次回停止階設定手段は、上記カゴの平均停止階を各出発階床における、停止決定階への移動時間の期待値が最小となる停止階として設定するものである。

【0017】また、上記次回停止階設定手段は、上記カゴの平均停止階を乗客需要の異なる時間帯毎の停止決定階の統計量に基づいて設定するものである。

【0018】また、上記カゴ速度パターン生成手段は、上記次回停止階と上記カゴの平均停止階を比較してカゴ速度パターンを生成するものである。

【0019】また、上記カゴ速度パターン生成手段は、カゴが停止可能な停止可能階と上記カゴの平均停止階を比較してカゴ速度パターンを生成するものである。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を、図に基づいて説明する。

実施の形態1. 図1は、この発明の実施の形態1を示す構成図である。図1において、1は次回停止階を設定する次回停止階設定手段、2はカゴ負荷検出手段、3はカゴ負荷検出手段2によって得られるカゴ負荷と次回停止階設定手段1によって設定される次回停止階とからモー

タ5の許容されうる駆動範囲内でかつ最短時間で次回停止階に乗客カゴ7が到達するカゴ速度パターンを生成するカゴ速度パターン生成手段、4はインバータ、6は乗客カゴ7にロープを介して連結された釣合錘8を有する巻上機である。

【0021】次回停止階設定手段1は乗り場およびカゴ内に次回停止階を登録するための装置を設けることにより実現することができる。また、無線等の通信手段によって遠隔からも設定することができる。

【0022】次に、動作について、図2～図5を参照しながら説明する。図2は、モータトルクとモータ回転数の特性を表す図である。図3は、モータ5、巻上機6、カゴ7、釣合錘8の関係を示した図である。図4の下段はモータトルクパターンを表し、その上段はそのときのカゴ速度パターンを表す。図5はカゴ速度パターンを生成するための処理手順を示したフローチャートである。

$$\alpha = \frac{1}{2J/r + r(m_1 + m_2)/2} \left\{ \frac{r}{2} (m_1 - m_2)g + T_m \right\} \quad (1)$$

【0026】なお、図3の構成では、カゴ加速度とモータトルクの関係式は式(1)のように表されるが、両者の関係が一次関数で記述されうるような構成ならばこの構成に限らなくてもよい。次に、モータの回転速度と巻

$$v = r\omega$$

【0028】従って、図2はモータトルクとカゴ速度の関係式へ変換することができる。なお、モータの回転数と巻上機回転速度を等しいとしたが、両者の関係式が一次関数で記述されうるような変換ならば上記式(2)に限らなくてもよい。例えば減速機等を用いた場合もこの発明を適用できる。

【0029】図4において、上段の速度パターンは下段のトルクパターンに対し、上記式(1)とその積分値により演算されるものである。また、図4において、 $t_0 \sim t_7$ は時刻、 $\Delta t_1 \sim \Delta t_7$ は時間区間、 $v_0 \sim v_7$ は各時刻に対するカゴ速度、 $T_{m0} \sim T_{m7}$ は各時刻に

$$T_{m0} = -r(m_1 - m_2)g/2$$

【0032】図6において、 $\Delta t_1 \sim \Delta t_7$ はそれぞれ区間 $\Delta t_1 \sim \Delta t_7$ の間のカゴの移動量である。 α_1 、 α_2 はそれぞれ区間 Δt_2 、 Δt_6 でのカゴ加速度の絶対値であり、上記式(1)と T_{m1} 、 T_{m2} を用いて図中のように計算できる。また、 $\beta_1 \sim \beta_4$ はそれぞれ区間 Δt_1 、 Δt_3 、 Δt_5 、 Δt_7 のジャークの絶対値であり、前記で計算した α_1 、 α_2 および Δt_1 、 Δt_3 、 Δt_5 、 Δt_7 を用いて図中のように計算できる。速度 $v_0 \sim v_7$ は上記で計算された α_1 、 α_2 、 $\beta_1 \sim \beta_4$ および $\Delta t_1 \sim \Delta t_7$ を用いて図中のように計算できる。

【0033】そして、 $\Delta t_1 \sim \Delta t_7$ は前記で計算された $v_0 \sim v_7$ 、 α_1 、 α_2 、 $\beta_1 \sim \beta_4$ および $\Delta t_1 \sim$

【0023】図2において、モータ5はモータトルク軸と曲線上で囲まれる斜線部の領域とその境界上を含む領域内での動作が可能である。この領域は凸集合であればよいが、そうでない場合も動作領域を凸集合となるように近似するなどすればよい。トルクが正の領域は力行状態、負の領域は回生状態を表す。この領域を Ω で表す。

【0024】図3において、 T_m はモータトルク、 J は巻上機の慣性モーメント、 r は巻上機半径、 m_1 は釣合錘質量、 m_2 はカゴ質量、 α はカゴ加速度、 ω は巻上機回転速度をそれぞれ表す。また、 g を重力加速度とする。図の構成に対して運動方程式を導くことにより、カゴ加速度とモータトルクの関係式が次式のように得られる。

【0025】

【数1】

上機回転速度を等しいとし、 v をカゴ速度とすると、モータの回転速度からカゴ速度が次式のように演算できる。

【0027】

(2)

対するモータトルクを示している。ここで $T_{m0} = T_{m3} = T_{m4} = T_{m7} = T_{m0}$ 、 $T_{m1} = T_{m2} = T_{m1}$ 、 $T_{m5} = T_{m6} = T_{m2}$ である。また、 $v_0 = 0$ 、 $t_0 = 0$ とする。

【0030】この図4において、区間 Δt_1 、 Δt_3 、 Δt_5 、 Δt_7 はジャーク(カゴ加速度の変化率)値一定走行、区間 Δt_2 、 Δt_6 は加速度一定走行、区間 Δt_4 は速度一定走行区間である。また、釣合トルク T_{m0} は上記式(1)に $\alpha = 0$ を代入して下記の式(3)のように計算できる。

【0031】

(3)

Δt_7 を用いて図中のように計算できる。従って、時間区間 $\Delta t_1 \sim \Delta t_7$ とモータトルク T_{m1} 、 T_{m2} をパラメータとして $\Delta t_1 \sim \Delta t_7$ が記述できる。カゴの移動距離を L とすると、 $L = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \Delta t_4 + \Delta t_5 + \Delta t_6 + \Delta t_7$ である。

【0034】実施の形態1における最短時間速度パターンの演算法について、図5、図6を用いて説明する。図5において、ステップ21の次回停止階設定処理では、次回停止階設定手段1によって設定された次回停止階をもとにカゴの移動距離 L が設定される。

【0035】次に、ステップ22のパラメータ読出処理では、釣合錘8の重量 m_1 、巻上機6の半径 r 、巻上機6の慣性モーメント J 、重力加速度 g の値を読み出す。

次に、ステップ23のカゴ負荷検出処理では、カゴ負荷検出手段2によりカゴ重量 m_2 を検出する。

【0036】次に、ステップ24の制約条件設定処理では、図6における制約条件を設定し、そのうちカゴ最高速度の上限値、カゴ加速度の上限値、カゴジャークの上限値を決定する。つまり、下記の式(4)で表される制約式のうち、 v 、 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\beta 1$ 、 $\beta 12$ 、 $\beta 3$ 、 $\beta 4$ を指定する(ここで、各符号に付いている $-$ は、下記の式(4)からも分かるように、便宜上各符号の上部にバーが付されていることを表している)。

【0037】

【数2】

$$\begin{cases} \Delta t_1 > 0, \Delta t_2 > 0, \dots, \Delta t_7 > 0 \\ v_0 = v_1 \\ v_3 = v_4 \leq \bar{v} \\ \alpha_1 \leq \bar{\alpha}_1 \\ \alpha_2 \leq \bar{\alpha}_2 \\ \beta_1 \leq \bar{\beta}_1 \\ \beta_2 \leq \bar{\beta}_2 \\ \beta_3 \leq \bar{\beta}_3 \\ \beta_4 \leq \bar{\beta}_4 \\ \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \Delta t_4 + \Delta t_5 + \Delta t_6 + \Delta t_7 = L \\ (v_i, T_{mi}) \in \Omega, \quad i = 1, 2, \dots, 7 \end{cases} \quad (4)$$

$$T = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \Delta t_4 + \Delta t_5 + \Delta t_6 + \Delta t_7 \quad (5)$$

【0040】次に、ステップ26の速度パターン生成処理では、ステップ25の最適化問題求解処理で求解された $\Delta t_1 \sim \Delta t_7$ 、 T_{M1} 、 T_{M2} と図6中の $v_1 \sim v_6$ を用いて下記の式(6)のように速度パターン v を生成する。

【0041】

【数3】

$$v = \begin{cases} 1/2 \beta_1 t^2 & t \in \Delta t_1 \\ v_1 + \alpha_1(t - t_1) & t \in \Delta t_2 \\ v_3 - 1/2 \beta_2(t - t_3)^2 & t \in \Delta t_3 \\ v_3 & t \in \Delta t_4 \\ v_4 - 1/2 \beta_3(t - t_4)^2 & t \in \Delta t_5 \\ v_5 - \alpha_2(t - t_5) & t \in \Delta t_6 \\ 1/2 \beta_4(t - t_7)^2 & t \in \Delta t_7 \end{cases} \quad (6)$$

【0042】但し、 $t_1 = \Delta$ 、 $t_2 = t_1 + \Delta t_2$ 、 $t_3 = t_2 + \Delta t_3$ 、 $t_4 = t_3 + \Delta t_4$ 、 $t_5 = t_4 + \Delta t_5$ 、 $t_6 = t_5 + \Delta t_6$ 、 $t_7 = t_6 + \Delta t_7$ である。以上の手順により、負荷に応じて制約条件内で最も早く到達するカゴ速度パターンを生成する。カゴ速度に関する制約はエレベータの最高速度を調節できる効果があり、カゴ速度を所望の範囲内に収めることができるため、速度が上がりすぎるのを防止できる。一方、 v をモータの最大回転数から上記式(2)により導かれるカゴ速度よりも大きく指定することにより、カゴ最高速度に制約をかけずに、モータ特性の範囲内で最も早く到達

【0038】次に、ステップ25の最適化問題求解処理では、制約条件である上記式(4)のもとで、下記の式(5)で定義される目的関数 T (運行時間)を最小化する最適化問題を解く。この問題は $\Delta t_1 \sim \Delta t_7$ 、 T_{M1} 、 T_{M2} をパラメータとした非線型計画問題となり、数値的に解くことが可能である。

【0039】

するカゴ速度パターンを生成することができる。

【0043】カゴ加速度に関する制約において、上限値を小さく設定することはエレベータの乗り心地を改善する効果がある。また、モータの発生トルクを抑制するため、モータ、インバータの過度な運転を回避でき、省エネルギーが実現できる。さらにはモータ、インバータの発熱を減少させる効果がある。ジャークに関する制約は上限値を小さくすることでエレベータの乗り心地の改善、および図4の速度パターンで運行する場合に最高速度を引き伸ばす効果をもたらす。また、乗客が乗っていないときには、カゴ加速度制約とジャーク制約の上限値を大きくすることによりカゴの運行効率を上げることができる。また、移動距離が短いときには、カゴ最高速度の上限値を大きく設定するよりも、カゴ加速度、ジャークの上限値を大きく設定した方が早く到達する場合がある。

【0044】トルク制約条件は、図4の速度パターンおよびトルクパターンをモータの動作範囲内に納める効果がある。トルク制約条件は例えば Ω の境界部を直線の組み合わせで近似すれば、連立不等式条件となり、解き易くなる。図4のようなトルクパターンを選んだことにより、トルク制約条件として $T_{M1} \sim T_{M7}$ を加えるだけで、全時間区間でのトルクパターンをモータの動作範囲内に収めることができる。これにより、計算量を減らすことができる。

【0045】なお、図4においては、時間区間を $\Delta t_1 \sim \Delta t_7$ に分割し、トルクパターンを図4下のように設定しているが、加速初めから最高速度に達するまでのトルクパターンが各時間区間で凸関数となり、かつ減速初めから減速停止までのトルクパターンが各時間区間で凹関数となるようなトルクパターンを選べば、上述と同様にトルク制約条件を時間区間端点におけるトルク制約のみで評価できる。

【0046】さらに、時間区間の分割数を変えた場合にも、上記のような速度パターンであれば時間区間端点におけるトルク制約が満足されれば全区間でのトルクパターンはモータの動作範囲内に収まる。このとき、カゴ速度は、トルクパターンからカゴ加速度パターンに変換後、それを積分することにより求めることができる。また、運行距離は前記カゴ速度パターンを積分することにより求めることができる。カゴ加速度制約、ジャーク制約は各時間区間でのそれぞれの最大値を制限するといった方法を用いれば上記と同様に最適化問題として定式化できる。このとき、トルクパターンを滑らかなものにしたとき、時間区間数を増やしたりすることで、より滑らかな速度パターンを生成することができ、乗り心地が改善する。

【0047】なお、最適化問題の定式化と求解時において、未知変数をトルクと時間区間としたが、速度パターンが唯一に定まるような変数の組合せならば他の組合せを選んでも上記と同様の効果がある。例えば、未知変数を加速度と時間区間に選んでも最適化問題として定式化できる。このとき、制約条件式は上記で述べたものと等価なものとなる。また、目的関数は変わらない。また、カゴ下降時においても最短時間到達についての最適化問題の定式化は上記と同様の考え方が適用できる。

【0048】複数のカゴ負荷および制約条件に対して、ステップ25の最適化問題求解処理、ステップ26の速度パターン生成処理により計算される速度パターン、あるいはそれに相当するデータをあらかじめ計算して速度パターン生成手段3内に設けたメモリーにテーブル化して保存しておき、読み出して用いることによっても上記と同様の効果が実現できる。このとき、ステップ25の最適化問題求解処理による演算を必要としないため、より安価な演算装置で実現できる。

【0049】図7に一例を示しながら前記で述べた手順に従って決定された速度パターンについて説明する。図7において、上段、中段、下段はそれぞれモータトルクパターン、カゴ速度パターン、図2を上記式(2)によりモータトルクとカゴ速度に変換した図(トルク制約の線)である。中段のカゴ速度パターンは上段のモータトルクパターンにより得られる。また、図7下段のトルク特性図内の、六角形で示されている曲線は、上段のモータトルクパターンと中段のカゴ速度パターンに対するモータの駆動軌跡を表している。これらは3パターン示し

ているが、それぞれカゴ重量 m_2 と釣合錘の重量 m_1 の割合を変えたものを示しており、本実施の形態に従って速度パターンを求めたものである。

【0050】このとき、カゴ最高速度、ジャーク、加速度はどのパターンにおいてもある上限値(3パターンとも同じ)とした。このうち、カゴ最高速度についてはその上限値をモータの出力可能な回転数よりも大きく設定することで、モータの駆動可能な領域内で可能な限り大きくとれるようにしている。また、移動距離も全てのパターンで等しくしている。図4の形状のトルクパターン(速度パターン)を与えた場合、モータの駆動軌跡は図7下段で示すように六角形となる。これらの速度パターンが、制約条件である上記式(4)を満たしていることを図8により説明する。

【0051】図8は、図7下段のモータ駆動軌跡を説明するための図である。モータの駆動軌跡は図に示すように時間とともに六角形の辺上を移動する。図中の記号は図4に対応している。従って、カゴ最高速度については v_3 または v_4 の点上における速度となる。カゴ加速度については図中の矢印で示す量がカゴ加速度の絶対値量と比例する。また、カゴジャークについては図中に示す辺の傾きの絶対値量がジャーク時間(加速度/ジャーク)に反比例する。図7下段において、全てのモータ駆動軌跡がモータトルク制約領域内に存在することから、モータの駆動可能な領域内で速度パターンが生成されることが分かる。さらに、 v_3 または v_4 でモータトルク制約領域の境界上に存在することから、可能な限りの最高速度を出すパターンを生成していることがわかる。

【0052】カゴ加速度、カゴジャークについては、図7中段の全ての速度パターンが加速時の傾きが等しく、加速丸めの形状も等しいことから、設定された上限値に制約されていることがわかる。また、図9に図7中段の速度パターンを積分したグラフ(カゴ移動距離)を示す。この図より、全てのパターンについて移動距離は指定した値になっていることが分かる。以上より、上記式(4)の制約条件式を満たす中で、加速度、ジャークが上限値内に収まり最も早く到達する速度パターンをカゴ負荷に応じて生成していることがわかる。

【0053】実施の形態2。本実施の形態において以下で述べる発明は、上記実施の形態1で述べたあらゆる方法に追加され得るものである。図10は、この発明の実施の形態2を示す構成図である。本実施の形態は、上記実施の形態1で述べた図1の構成に、構成要素温度検出手段としての電子部品温度検出手段11、限界温度設定手段12、温度上昇許容値演算手段13を新たに設けたものである。

【0054】図10において、電子部品温度検出手段11はインバータ等の電子機器やこれを構成する電子部品の温度を検出するためのものであり、例えばサーミスタ等の温度センサがある。限界温度設定手段12は前述の

電子機器が正常に動作することを保証する温度の上限値または下限値を設定するためのものである。温度上昇許容値演算手段13は上記電子部品温度検出手段11によって検出された温度と限界温度設定手段12によって設定された温度を比較することにより、電子機器の温度余裕を演算するためのものである。

【0055】次に、本実施の形態における最短時間速度パターンの演算法について、図11のフローチャートを用いて説明する。図11において、図5と同じ番号で示した部分は上記実施の形態1で述べた図5と同じ処理を行う。実施の形態2における最短時間速度パターンの演

$$W = k I_s$$

【0058】また、kは予め実験等を行うことにより知ることができる。ここで、上記式(7)はカゴの1回の昇降を含むある時間区間(T_{int} で表す)でのインバータに流れる電流パターン(i_a で表す)の絶対値量の時間積分値を T_{int} で割った時間平均値(I_s で表す)が I_s 以下であるという拘束のもとでエレベータを駆動しつづければ、温度上昇を W 以下に抑えることができることを意味する。なお、 I_s は下記の式(8)で表される(説明の簡単化のため積分開始時刻は0とする)。

【0059】

【数4】

$$I_{ms} = \frac{1}{T_{int}} \int_0^{T_{int}} |i_a| dt \quad (8)$$

【0060】ここで、インバータの電流値はモータのトルク指令値、およびモータの回転速度から計算される。

【0061】次に、速度パターンの演算法について説明する。上記実施の形態1で述べたように時間区間 $\Delta t_1 \sim \Delta t_7$ とモータトルク T_{M1} 、 T_{M2} をパラメータとして、 α_1 、 α_2 、 $\beta_1 \sim \beta_4$ 、 $v_0 \sim v_7$ および移動距離 L が表せ、それらを用いて図4上段の速度パターン v が上記式(6)により表される。また、そのときのトルクパターン T_m も図4下段図から $\Delta t_1 \sim \Delta t_7$ とモータトルク T_{M1} 、 T_{M2} をパラメータとして表される。このとき、インバータに流れる電流パターン i_a はこれら v および T_m の関数として表せることから $\Delta t_1 \sim \Delta t_7$ 、 T_{M1} 、 T_{M2} をパラメータとして表せることが分かる。

【0062】図11において、ステップ21の次回停止階設定処理、ステップ22のパラメータ読出処理、ステップ23のカゴ負荷検出処理およびステップ26の速度パターン生成処理で行われる処理は、上記実施の形態1で述べたとおりであり、その説明を省略する。次に、ステップ31の温度許容値演算処理においては、図10における温度上昇許容値演算手段13によりインバータの温度余裕を、電子部品温度検出手段11によって検出されたインバータ温度と限界温度設定手段12によってあ

算法は上記実施の形態1の演算法の制約条件に電子機器の温度上昇量を考慮したものであり、電子機器の熱による破壊を防止する効果がある。実施の形態2として、インバータ素子の温度上昇量を例に挙げて説明する。

【0056】インバータの温度上昇量の収束値(W で表す)は、収束するまでにインバータに流れる電流パターンの絶対値量の時間積分値を収束時間で割った時間平均値(I_s で表す)に比例する。つまり、 k を比例定数とすると、下記の式(7)が成り立つ。

【0057】

$$(7)$$

らはじめ設定されているインバータの限界温度との差をとることにより演算する。このステップ31によって演算された温度余裕量を W で表す。

【0063】次に、ステップ32の制約条件設定処理では、上記実施の形態1と同様に上記式(4)で表される制約条件に対応する v 、 α_1 、 α_2 、 β_1 、 β_2 、 β_3 、 β_4 と時間区間 T_{int} を指定する。次に、ステップ33の最適化問題求解処理では上記実施の形態1で述べた最適化問題を、制約条件式である上記式(4)に下記の式(9)を追加して解く。なお、目的関数は上記式(5)と同様である。式(9)はインバータ素子の温度上昇量に関する制約条件式であり、温度上昇量を W 以下に抑えることができ、その結果熱によるインバータの破壊を防止する効果がある。

【0064】

【数5】

$$k I_{ms} \leq W \quad (9)$$

【0065】なお、本実施の形態では、ステップ32の制約条件設定処理で時間区間 T_{int} を指定してから最適化問題を解いたが、これを指定せずに $\Delta t_1 \sim \Delta t_7$ の関数として解くこともできる。例えば目的関数 T と適当な値 T_s を用いて、 $T_{int} = T + T_s$ とすれば、時間間隔 T_s ごとにエレベータが起動されときの温度上昇量のある値以下に制約することができる。これにより様々な乗客発生パターンに対する運行パターンを考慮することができる。

【0066】なお、同期電動機において弱め磁束制御を行わない場合、インバータ電流とモータトルクは比例するため、電流値の代わりにトルク値を用いた関数で温度上昇量を制約することによっても本実施の形態と同様の効果が得られる。さらに、トルク値とカゴ加速度は比例するため、カゴ加速度を用いた関数で温度上昇量を制約することによっても本実施の形態と同様の効果が得られる。

【0067】また、カゴ加速度の積分値はカゴ速度となるため、カゴ加速度の絶対値の積分値は、カゴ加速時と減速時を考慮すればカゴ最高速度の2倍の値となるため、カゴ最高速度により温度上昇量を測ることによって

も本実施の形態と同様の効果が得られる。また、電子機器の温度上昇量が電子機器に流れる電流値の関数として表されるものであれば、本実施の形態と同様の定式化が可能であり、同様の効果が得られる。

【0068】実施の形態3。本実施の形態において以下で述べる発明は、上記実施の形態1および2で述べたあらゆる方法に追加され得るものである。本実施の形態の構成は、上記実施の形態1で述べた図1または上記実施の形態の図10の構成と実質的に同じであるが、後述するように、次回停止階を設定する次回停止階設定手段1はその機能が図1および図10の場合と異なる。また、速度パターン生成手段3は演算処理装置として機能する。

【0069】次に、動作について、上述の図5を参照しながら説明する。各処理手順における演算処理は上記実施の形態1、2と同じ手順で行うが、次回停止階設定手段1による次回停止階設定処理を行うステップ21における次回停止階の設定方法が、上記実施の形態1、2とは異なる。この処理では、次回停止階として、ある時間区間のカゴの平均停止階を設定する。この平均停止階の具体的な計算方法については後述する。

【0070】図5において、パラメータ読出し処理を行うステップ21～速度パターン生成処理を行うステップ26までの手順は、上記実施の形態1、2と同様である。これらの演算処理では、上記実施の形態1、2と同様に、図2で表されるモータの駆動領域内で到達時間を最小化する最適化問題を解くことにより、最高速度、加速度およびジャークが求まり、それらを用いて、図4で表される速度パターンが演算される。

【0071】さて、本実施の形態では、次回停止階設定処理を行うステップ21が上記実施の形態1、2とは異なり、カゴの平均停止階を設定することを特徴とする。そしてその平均停止階の決定法の一例として以下のものがある。平均停止階の決定法の一例を、図12を用いて説明する。図12は昇降路内に最大n階床の停止階が存在する場合の、ある時間区間内での出発階から停止決定階までのカゴの移動階床とその発生確率を表したグラフである。

【0072】ここで、k階床の移動が発生する確率を $X(k)$ とし、k階床の移動距離を $L(k)$ とする。平均停止階はこれらの統計量を用いてカゴの平均的な移動時間が小さくなるように、適切に設定される。その設定例の一例として、カゴの平均停止階を移動階床の期待値を距離に換算した下記の式(10)等として設定することができる。

【0073】

$$T(V(j)) = \sum_{k=1}^n X(k) T_L(V(j), L(k)) \quad (11)$$

【0080】手順(ハ)：上記式(11)の $T(V$

【数6】

$$\sum_{k=1}^n L(k) X(k) \quad (10)$$

【0074】また、図12の統計量を出発階床毎に持ち、各出発階床毎に平均停止階を上記のように設定してもよい。その結果、平均停止階以上に次回停止階が設定された後カゴの移動開始後のカゴ呼びのために次回停止階が変更された場合に、運行時間が従来法と比べて短縮できる。

【0075】また、次回停止階は一つ、または出発階床毎に一つの値に固定されるため、エレベータの起動毎に次回停止階を演算する必要がなく、パラメータとして読み出すだけでよい。これにより、制御装置の演算手順を図13のように簡略化でき、演算量を減らすことができる。さらに、上記の方法により予め速度パターンを各状況に応じて求めておき、それらをメモリ等の記憶装置に記憶して読み出して用いる場合に、記憶容量が従来手法を用いた場合に比べて少なくて済む。これによって制御装置をより安価なものとすることができる。

【0076】実施の形態4。本実施の形態では、上記実施の形態3における平均停止階の設定手順において、以下の手順(イ)～(ハ)に、カゴの各出発階床における停止決定階への移動時間の期待値を最小にする平均停止階の演算手順を示す。なお、カゴの各階床への移動距離とその発生頻度は図12の統計データを持つとする。

【0077】手順(イ)： $L(k)$ 、 $k=1, \dots, n$ のそれぞれを次回停止階に設定し、図5の手順で最適化問題を解くことによりカゴ速度パターン(カゴ最高速度、カゴ加速度、ジャーク)を演算する。このとき、最適化問題を解くために必要なカゴ負荷の値は適切に設定される。例えば、起動時にカゴにかかるカゴ負荷の統計量を用いて、k階床移動時における平均値としたり、全体(全階床移動時)の平均値とすることができる。この結果、n個の(カゴ最高速度、カゴ加速度、ジャーク)の組が求まる。 $L(k)$ に対応する(カゴ最高速度、カゴ加速度、ジャーク)の組を $V(k)$ とおく。

【0078】手順(ロ)： $V(j)$ を用いた場合の、図12の分布に対するカゴの移動時間の期待値 $T(V(j))$ を演算する。これは次式により求めることができる。ただし、 $T_L(V(j), L(k))$ は $V(j)$ を用いたときに $L(k)$ 移動するのに要する時間を表す。

【0079】

【数7】

(j))が最小となるjを用いて $L(j)$ を平均停止階と

決定する。なお、図12に示した確率 $X(k)$ 、 $k=1, 2, \dots, n$ を連続的な確率密度関数 $X(k)$ 、 $0 \leq k \leq n$ に置換えても上記で述べたことと同様の議論ができる。本実施の形態における効果について、図14を用いて説明する。図中の曲線はそれぞれ上記実施の形態1と、この実施の形態4を用いて生成されたエレベータの速度パターンに対して、途中でカゴ呼びが入り、途中階に停止した時のカゴ速度パターンを示している。図中のAおよびBはそれぞれ実施の形態4と上記実施の形態1、2を用いて演算されたカゴ速度パターンを表している。

【0081】この図14において、実施の形態1、2では平均停止階よりも大きな次回停止階が設定され、それに従って速度パターンが演算されている。Bに示す実施の形態1、2ではカゴ最高速度の上限を上げるために、カゴ加速度を小さくしているが途中でカゴ呼びが入ったため、カゴ最高速度まで上げることができずに減速している様子を示している。実施の形態4を用いた場合は次回停止階を平均停止階で設定しているため、実施の形態1、2と比較して次回停止階と停止決定階の差が小さくなっている。

【0082】この結果、実施の形態1、2よりも高加速度でかつ最高速度まで到達することができるため、実施の形態1、2よりも早く停止決定階に到達している。逆に途中でカゴ呼びが入らない場合や、平均停止階以下の次回停止階が乗客によって設定されていた場合の運行時間は実施の形態1、2を用いた方が短くなる。本実施の形態では、カゴの移動量、各停止決定階に対する起動頻度およびカゴ負荷の統計量を用いてカゴ移動時間の期待値が最小になるような平均停止階を用いて速度パターンを求めているため、乗客の移動時間を平均的に短縮することができる。

【0083】さらに、停止決定階の確率分布によっては、実施の形態1、2と比較して短縮される運行時間の総和が、運行時間の増加の総和よりも大きくなるため、本実施の形態を用いた方が、運行効率が良くなるという効果がある。また、次回停止階に平均停止階を用いていることから、実施の形態1、2と比べて移動開始後のカゴ呼びによる極端な移動距離の変更がない。つまり、長移動距離に対して設定された、低加速、低ジャークおよび高最高速度による運行パターンが短移動距離に対して適用される頻度が減少する。これにより同じ移動距離に対する到達時間のばらつきが少なくなり、これによる乗客の不快感を減少させることができる。

【0084】実施の形態5. 本実施の形態では、上記実施の形態3および4で述べた平均停止階の設定手順で用いた図12の統計量を、通勤時や退勤時などの乗客需要が異なる時間帯毎に複数個用意し、それらを用いて時間帯毎の平均停止階を前記の方法等で求めておく。そして、それらの平均停止階を対応する各時間帯毎に切替え

て平均停止階と設定し、カゴ速度パターンを演算する。

【0085】これにより、平均停止階を求めるために用いた統計量が実際の乗客需要をより正確に反映したものとなる。よって、設定される平均停止階が実際の平均停止階に、より近づくため、さらなる運行効率の改善が実現できる。

【0086】実施の形態6. 本実施の形態では、次回停止階として、カゴの平均停止階に対する移動距離とカゴの移動前に乗客によって設定される次回停止階の移動距離を比較し、カゴが通過する区間の状況に応じて、次回停止階を設定し、カゴ速度パターンを演算する。これにより、次回停止階を平均停止階と設定してカゴ速度パターンを演算する場合よりも確実に早く到達する場合に、次回停止階を平均停止階と設定して求めたカゴ速度パターンを用いることで停止決定階への到達が遅くなることを防止できる。例えば次のような場合がこれに該当する。

【0087】カゴが移動する前に乗客によって設定された次回停止階が、平均停止階よりも小さいときには、次回停止階をカゴが移動する前に乗客によって設定された次回停止階と設定し直し、それ以外の場合には、次回停止階を平均停止階と設定する。

【0088】これにより、平均停止階を用いてカゴ速度パターンを演算することで移動時間が確実に遅くなる場合を除き、運行効率がさらに改善されるが、この理由を以下に説明する。まず、運行時間に関して、移動距離が短くなるにつれて最高速度を大きくするよりも加速度とジャークをそれぞれ大きくするほうが早く到達する。これは、カゴの移動距離が短いと、最高速度で運行する時間が加速時間やジャーク時間に比べて相対的に短くなるためである。また、図4のようなカゴ速度パターンで運行すると、モータの動作軌跡は図8のようになる。よって高加速度、高ジャークを出すためにはモータに高トルクが要求されるが、高トルクになるに従い最高速度を大きくできないことが図2より分かる。

【0089】以上より、最適化問題を解いてカゴ速度パターンを求めるときには、カゴの移動距離を大きくとって求める場合よりも、小さくとって求める場合の方が高加速度、高ジャーク、低最高速度の解が求まる。次回停止階と停止決定階が一致すれば、カゴは停止決定階に最短時間で到達するため、カゴの移動距離が平均停止階以下の場合に次回停止階を平均停止階に設定した速度パターンで運行した場合に運行途中でカゴ呼びが入らなかった場合には必ず運行時間が増加する。

【0090】さらに、カゴ呼びが入った場合には移動距離が短縮されるため、前記の理由(次回停止階を短く設定した方が低最高速度、高加速度、高ジャークの解が求まること、および移動距離が短くなるにつれて最高速度を大きくするよりも加速度とジャークをそれぞれ大きくするほうが早く到達すること)から次回停止階を平均停

止階と設定せずにカゴ速度パターンを求めた方が早く到達する。これにより、カゴの移動前に設定された次回停止階による移動距離が平均停止階よりも小さいときには、次回停止階をカゴの移動前に設定された停止階と設定し直す方が早く停止決定階に到達し、その結果運行効率が改善される。

【0091】実施の形態7. 本実施の形態では、平均停止階と停止可能階を比較し、昇降行程内に急行ゾーンを有する場合などで、平均停止階が急行ゾーン内に設定されたとき、次回停止階を設定し直しカゴ速度パターンを演算する。例えば、次のように設定する。カゴが移動する前に乗客によって設定された停止可能階である次回停止階が急行ゾーンを通過するときで、かつそこまでの移動距離が平均停止階の移動距離以上の場合には、次回停止階を急行ゾーン区間の終端階に設定し直す。

【0092】これにより、カゴが急行ゾーン区間を通過する場合で平均停止階以上の移動距離を移動する場合に、次回停止階に平均停止階を設定してカゴ速度パターンを演算することが原因で停止決定階への到達が遅くなることを防止し、運行時間の増加を抑えることができる。この理由は前記で述べたものと同様である。つまり、次回停止階を長く設定した方が高最高速度、低加速度、低ジャークの解が求まること、および移動距離が長くなるにつれて加速度とジャークをそれぞれ大きくするよりも最高速度を大きくするほうが早く到達することによる。

【0093】また、急行ゾーンを有する場合だけでなく、停止決定階が移動開始前に予め決定しており変更がない場合に、次回停止階を停止決定階とすることによっても、次回停止階を平均停止階と設定して求めたカゴ速度パターンを用いることで到達が遅くなることを防止できる。

【0094】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、インバータで給電されるモータにより、乗客カゴにロープを介して連結された釣合錘を有する巻上機を駆動するエレベータにおいて、上記乗客カゴの重量をカゴ負荷として計測するカゴ負荷検出手段と、次回停止階を設定する次回停止階設定手段と、上記カゴ負荷検出手段によって得られるカゴ負荷と上記次回停止階設定手段によって設定される次回停止階とに基づいて上記モータの許容される駆動範囲内でかつ最短時間で次回停止階に上記乗客カゴが到達するカゴ速度パターンを生成するカゴ速度パターン生成手段とを備えたので、乗客の移動時間が短縮され、カゴの運行効率が上がるという効果がある。

【0095】また、この発明によれば、インバータで給電されるモータにより、乗客カゴにロープを介して連結された釣合錘を有する巻上機を駆動するエレベータにおいて、上記乗客カゴの重量をカゴ負荷として計測するカゴ負荷検出手段と、次回停止階を設定する次回停止階設

定手段と、上記インバータを構成する構成要素の温度を計測する構成要素温度検出手段と、上記構成要素の温度上昇限界値を設定する限界温度設定手段と、上記構成要素温度検出手段から得られる構成要素温度と上記限界温度設定手段で設定された温度上昇限界値とに基づいて温度上昇限界許容値を演算する温度上昇許容値演算手段と、上記構成要素の温度上昇限界許容値と上記カゴ負荷と上記次回停止階とに基づいて上記モータの許容される駆動範囲内でかつ上記構成要素の予想される温度上昇量が温度上昇限界許容値以内に最短時間で上記乗客カゴが次回停止階に到達するカゴ速度パターンを生成するカゴ速度パターン生成手段とを備えたので、温度上昇による電子機器等の構成要素の破壊を防止できる範囲内で乗客の移動時間が短縮されるという効果がある。

【0096】また、上記速度パターン生成手段は、カゴ速度パターンを生成する際に、カゴ最高速度、カゴ加速度、カゴ加速度の変化率の上限を定めるので、エレベータの乗り心地を改善できるという効果がある。

【0097】また、上記カゴ速度パターン生成手段は、上記モータに与えられるカゴ速度駆動指令に関連したモータトルク波形を上記構成要素に流れる電流値に換算し、その電流値波形が上記温度上昇限界許容値の関数によって制約される条件に基づいてカゴ速度パターンを生成するので、構成要素に流れる電流波形からその温度上昇量を予測し、電子機器等の構成要素の破壊を防止できる範囲内で乗客の移動時間が短縮されるという効果がある。

【0098】また、上記次回停止階設定手段は、上記カゴ速度パターンを生成するための次回停止階をエレベータの起動回数とカゴ出発階から次に停止する停止決定階までの移動距離の統計量から求めたカゴの平均停止階とするので、エレベータの起動回数毎に次回停止階を設定する必要がなくなり、以て、演算処理が簡略化され、速度パターンの生成処理が速くなり、さらに、平均停止階以上に次回停止階が設定された後カゴの移動開始後のカゴ呼びのために次回停止階が変更された場合に、運行時間が従来法と比べて短縮できるという効果がある。

【0099】また、上記次回停止階設定手段は、上記カゴの平均停止階を各出発階床における、停止決定階への移動時間の期待値が最小となる停止階として設定するので、平均的に、乗客の移動時間の短縮効果が大きくなるような次回停止階を設定することができるという効果がある。

【0100】また、上記次回停止階設定手段は、上記カゴの平均停止階を乗客需要の異なる時間帯毎の停止決定階の統計量に基づいて設定するので、平均停止階が乗客需要に応じて設定されるため、乗客の移動時間の短縮効果がさらに大きくなるという効果がある。

【0101】また、上記カゴ速度パターン生成手段は、上記次回停止階と上記カゴの平均停止階を比較してカゴ

速度パターンを生成するので、次回停止階を平均停止階と設定して速度パターンを演算する場合よりも確実に早く到達する速度パターンを演算するための停止階が存在する場合に、その停止階を次回停止階に設定することができ、さらに運行効率が改善されるという効果がある。

【0102】また、上記カゴ速度パターン生成手段は、カゴが停止可能な停止可能階と上記カゴの平均停止階を比較してカゴ速度パターンを生成するので、平均停止階が停止可能階でない場合に、次回停止階を平均停止階に設定して演算した速度パターンを用いて運行することで運行時間が遅くなることを回避でき、運行効率が改善されるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1を示す構成図である。

【図2】 この発明の実施の形態1におけるモータの発生トルクと回転数の関係を表す特性図である。

【図3】 この発明の実施の形態1におけるエレベータの機械系モデル導出のための概略図である。

【図4】 この発明の実施の形態1におけるカゴ速度パターンとモータのトルクパターンを表す図である。

【図5】 この発明の実施の形態1におけるカゴ速度パターン演算手順を示すフローチャートである。

【図6】 この発明の実施の形態1におけるカゴ速度パターンの演算において、各パラメータの関係、および制

約条件を示した図である。

【図7】 この発明の実施の形態1におけるカゴ速度パターン演算例を示す図である。

【図8】 図7の下段の図を説明するための図である。

【図9】 図7の中段のカゴ速度パターンで駆動時のカゴ移動距離を示した図である。

【図10】 この発明の実施の形態2を示す構成図である。

【図11】 この発明の実施の形態2におけるカゴ速度パターン演算手順を示すフローチャートである。

【図12】 この発明の実施の形態3におけるカゴの移動階床とその発生確率を示す図である。

【図13】 この発明の実施の形態3における簡略化された速度パターン演算手順を示すフローチャートである。

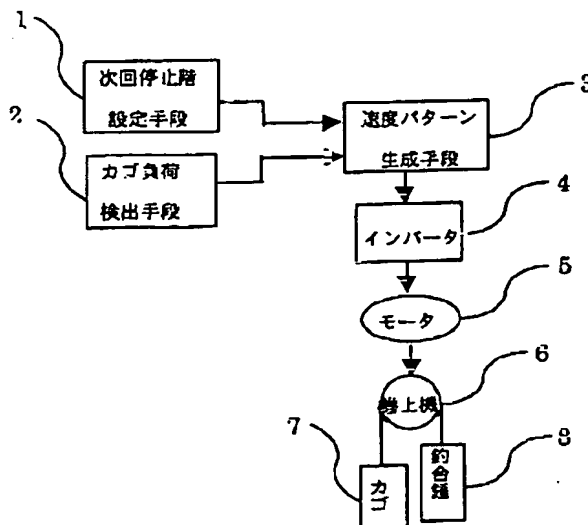
【図14】 この発明の実施の形態4における速度パターンの演算例を示す図である。

【図15】 従来の加変速装置の出力周波数とトルクの関係を示す図である。

【符号の説明】

1 次回停止階設定手段、2 カゴ負荷検出手段、3 カゴ速度パターン生成手段、4 インバータ、5 モータ、6 巻上器、7 カゴ、8 釣合錘、11 電子部品温度検出手段、12 限界温度設定手段、13 温度上昇許容値演算手段。

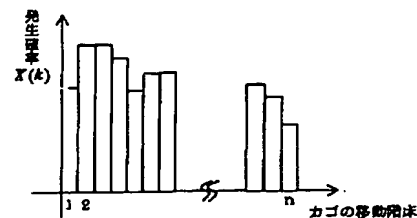
【図1】



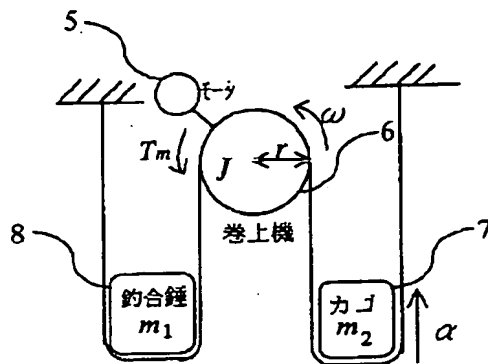
【図2】



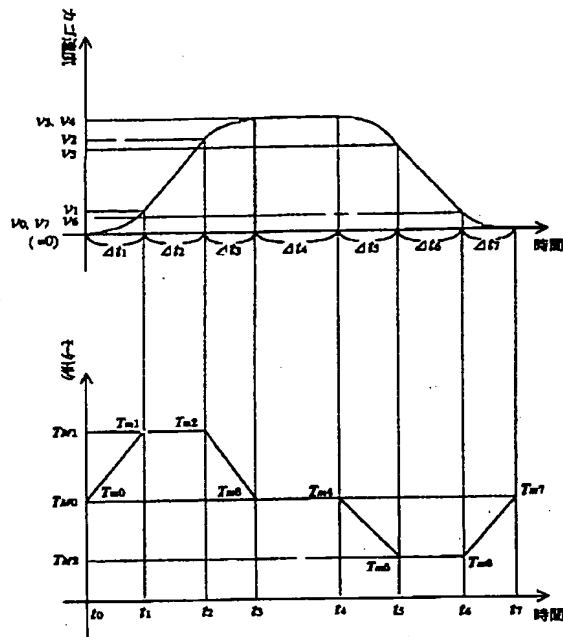
【図12】



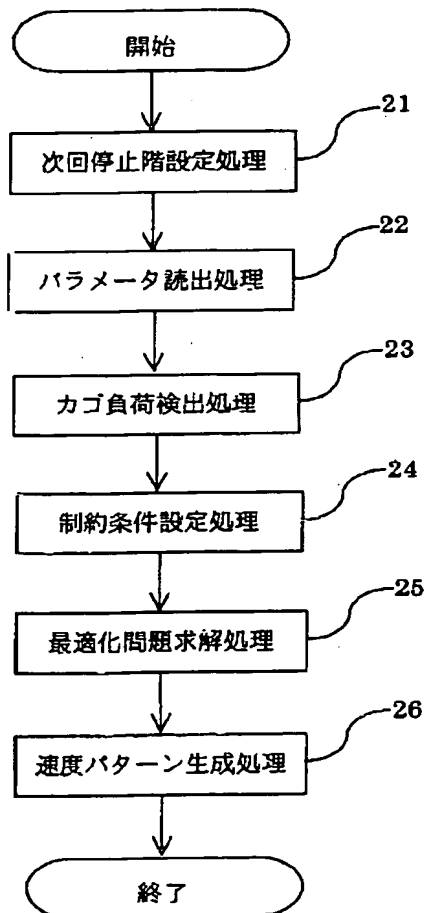
【図3】



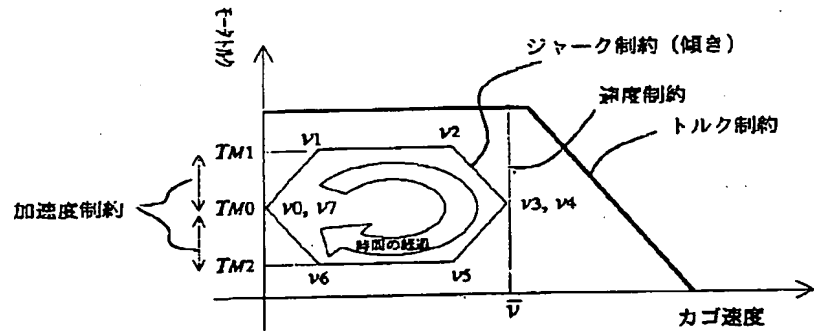
【図4】



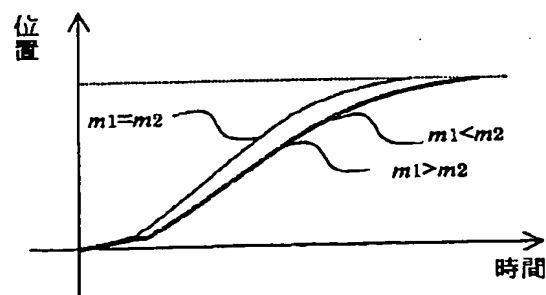
【図5】



【図8】



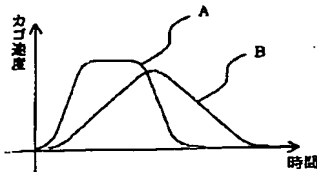
【図9】



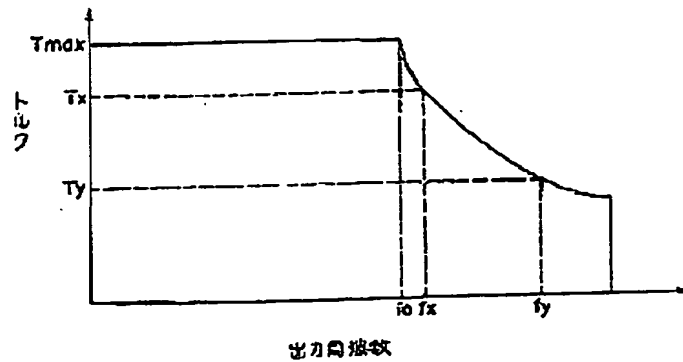
【図6】

変数	時間区間	Δt_1	Δt_2	Δt_3	Δt_4	Δt_5	Δt_6	Δt_7
	トルク [N·m]		T_{M1}		T_{M0}		T_{M2}	
上記変数に依存する値	トルク [N·m]	$T_{M1} = T_{M1}$	$T_{M2} = T_{M1}$	$T_{M3} = T_{M0}$	$T_{M4} = T_{M0}$	$T_{M5} = T_{M2}$	$T_{M6} = T_{M2}$	$T_{M7} = T_{M0} = T_{M0}$
	カゴ加速度 [m/s ²]	$\alpha(T_s) = \frac{1}{2J/r + r(m_1 + m_2)/2} \left\{ \frac{r}{2} (m_1 - m_2) g + T_s \right\}$						
	カゴ加速度 [m/s ²]		$\alpha_1 = \alpha(T_{M1}) $		0		$\alpha_2 = \alpha(T_{M2}) $	
	ジャーク [m/s ³]	$\beta_1 = \alpha_1 / \Delta t_1$	0	$\beta_2 = \alpha_1 / \Delta t_4$	0	$\beta_3 = \alpha_2 / \Delta t_1$	0	$\beta_4 = \alpha_2 / \Delta t_4$
	カゴ速度 [m/s]	$v_1 = -\sqrt{2} \beta_1 \Delta t_1^2$	$v_2 = -v_1 + \alpha_1 \Delta t_1$	$v_3 = -v_2 + \sqrt{2} \beta_2 \Delta t_1^2$	$v_4 = v_3$	$v_5 = v_4 - \sqrt{2} \beta_3 \Delta t_1^2$	$v_6 = v_5 - \alpha_2 \Delta t_1$	$v_7 = v_6 - \sqrt{2} \beta_4 \Delta t_1^2$
	移動距離 [m]	$\Delta l_1 = -\sqrt{6} \beta_1 \Delta t_1^3$	$\Delta l_2 = (v_1 + v_2) \Delta t_1 / 2$	$\Delta l_3 = v_3 \Delta t_1 - \sqrt{6} \beta_2 \Delta t_1^3$	$\Delta l_4 = v_4 \Delta t_1$	$\Delta l_5 = v_5 \Delta t_1 - \sqrt{6} \beta_3 \Delta t_1^3$	$\Delta l_6 = (v_5 + v_6) \Delta t_1 / 2$	$\Delta l_7 = -\sqrt{6} \beta_4 \Delta t_1^3$
制約条件	カゴ速度			$v_3 \leq \bar{v}$	$v_4 \leq \bar{v}$			$v_7 \geq v_0$
	カゴ加速度		$\alpha_1 \leq \bar{\alpha}_1$				$\alpha_2 \leq \bar{\alpha}_2$	
	ジャーク	$\beta_1 \leq \bar{\beta}_1$		$\beta_2 \leq \bar{\beta}_2$		$\beta_3 \leq \bar{\beta}_3$		$\beta_4 \leq \bar{\beta}_4$
	トルク (モータ特性)	$(v_i, T_{M_i}) \in \Omega, \quad i = 1, 2, \dots, 7$						
	運行距離	$\Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 + \Delta l_4 + \Delta l_5 + \Delta l_6 + \Delta l_7 = L$						
目的関数		$T := \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \Delta t_4 + \Delta t_5 + \Delta t_6 + \Delta t_7 \rightarrow \text{minimize}$						

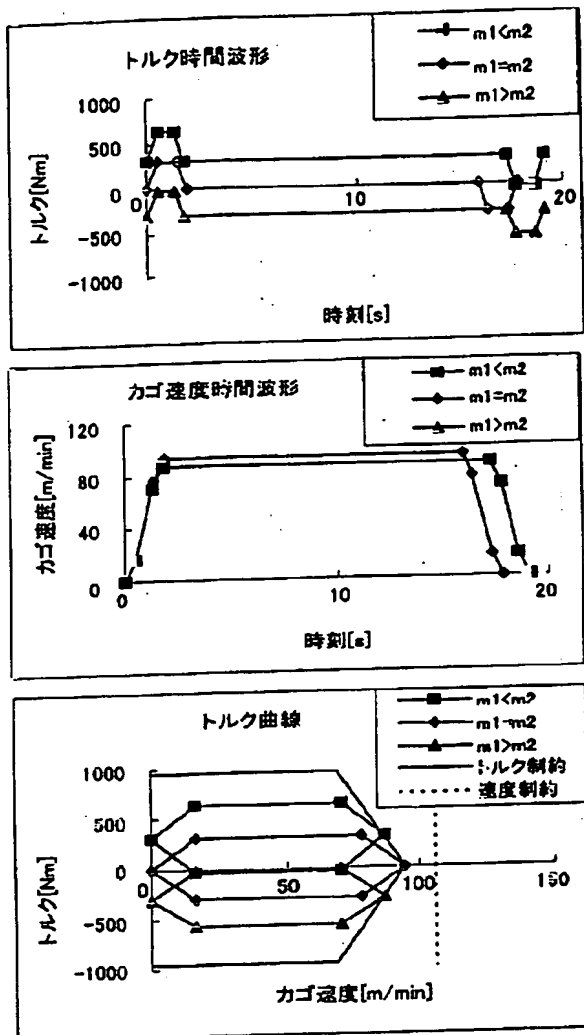
【図14】



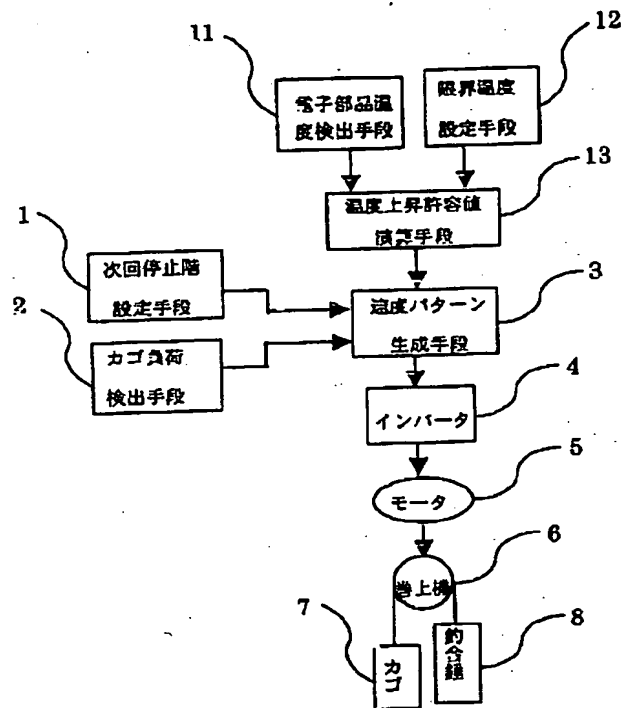
【図15】



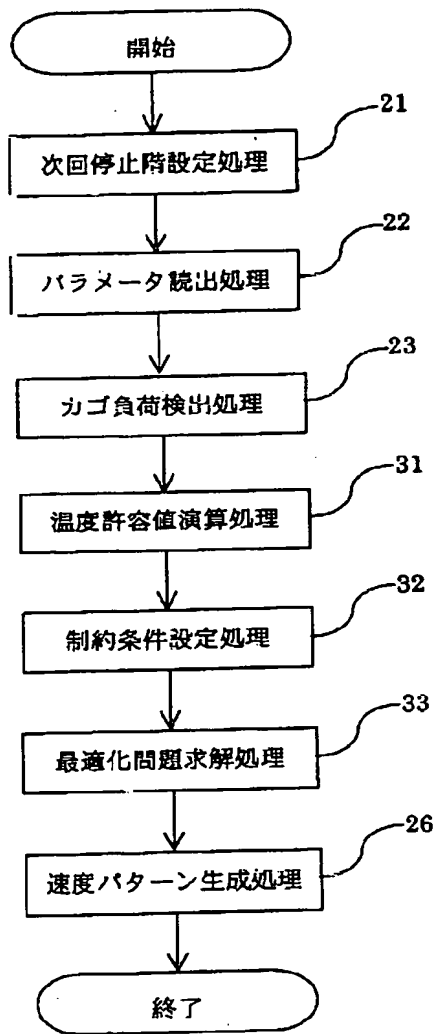
【図7】



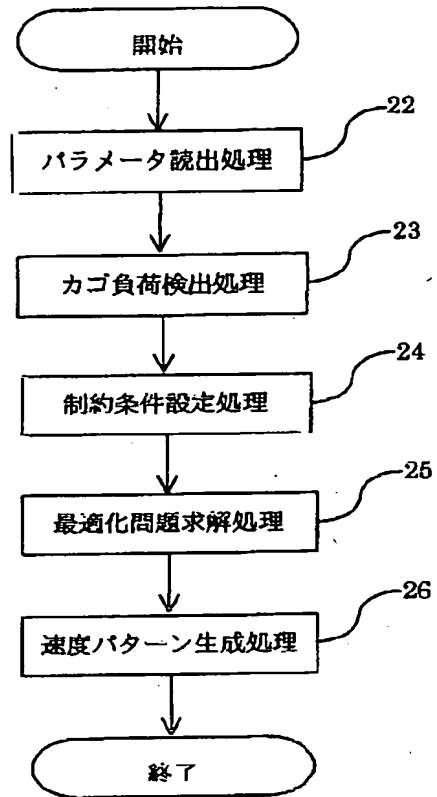
【図10】



【図11】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 笹川 耕一
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

Fターム(参考) 3F002 CA02 CA07 DA03 DA08 EA08